

ANALISIS CURAH HUJAN DALAM MENGIDENTIFIKASI POTENSI BATANG LUMPO UNTUK PLTMH

ANALYSIS RAINFALL OF POTENSIAL IDENTIFICATION LUMPO RIVER FOR PLTMH

Nur Sahrani¹, Robby Hotter²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti

E-mail: nursahrani66@yahoo.co.id

INFO ARTIKEL

Koresponden

Nur Sahrani

nursahrani66@yahoo.co.id

Kata kunci:

PLTMH, ketersediaan, air, hidrologi

hal: 119 - 127

ABSTRAK

Seiring dengan adanya pemanasan global, menyebabkan terjadinya pergeseran musim hujan dan musim kemarau serta terjadi perubahan debit pada setiap aliran sungai. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) sebagai sebuah pembangkit yang membutuhkan debit air sebagai bahan dasar dalam menghasilkan energi sangat bergantung pada penyediaan air oleh alam. Oleh sebab itu, pelacakan perubahan iklim dapat dilakukan melalui analisis hidrologi dan penggolongan bulan basah dan bulan kering dari metode Oldeman. Tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui seberapa besar ketersediaan air untuk keberlangsungan PLTM Lumbo kedepan, dan jika didapatkan permasalahan dapat dilakukan kebijakan untuk mengatasinya. Metoda pengumpulan data yang diperlukan dalam kajian ini adalah data sekunder dari dinas Pengelolaan Sumber Daya Air berupa data curah hujan dan klimatologi selama 20 tahun, data luas cathman area, luar penampang sungai, dan data kemiringan sungai. Data ini diolah dengan analisis hidrologi yaitu menghitung intensitas curah hujan metode Gumbel dan Log Pearson Type III, menghitung debit banjir dengan Metode Harpers dan debit andalan dengan metode F.J. Mock. Selanjutnya perhitungan potensi energi dengan menggunakan data head turbin. Data ketersediaan air akan disajikan dalam bentuk tabel ketersediaan air bulanan dalam periode tahun. Dari hasil analisis diperoleh debit andalan untuk pembangkit listrik sebesar 43,373 m³/detik.

Copyright © 2018 U JSR. All rights reserved.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Correspondent: Nur Sahrani <i>nursahrani66@yahoo.co.id</i></p> <p>Keywords: <i>PLTMH, availability, water, hydrology</i></p> <p>page: 119 - 127</p>	<p><i>Along with the existence of global warming, causing the outbreak of the rainy season and the dry season and changes in discharge in each river flow. The Minihidro Power Plant (PLTM) as a generator that requires water discharge as a base material in producing energy is very dependent on the supply of water by nature. Therefore, tracking climate change can be done through hydrological analysis and classification of wet months and dry months from the Oldeman method. The purpose of this analysis is to find out how much water is available for the sustainability of the Lumpo PLTM in the future, and if problems are found, policies can be made to overcome them. The method of collecting data needed in this study is secondary data from the Department of Water Resources Management in the form of rainfall and climatology data for 20 years, extensive catchment area data, outside river crossings, and river slope data. This data is processed by hydrological analysis, namely calculating the rainfall intensity of the Gumbel method and Log Pearson Type III, calculating the flood discharge with the Harpers Method and the mainstay discharge using the F.J method. Next is the calculation of energy potential by using a turbine data head. Data on water availability will be presented in the form of a monthly table of water availability for a period of years. From the results of the analysis obtained the mainstay discharge for the power plant is 43,373 m³ / second.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Copyright © 2018 U JSR. All rights reserved.</i></p>

PENDAHULUAN

Energi alternatif dengan memanfaatkan potensi sumberdaya air yang ada di sekitar permukiman menjadi alternatif untuk mengatasi ketergantungan pada energi listrik dari PLN. Energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro atau minihidro. Infrastruktur yang dibangun tidak selamanya akan berlanjut jika unsur-unsur teknis dan non teknisnya tidak diperhatikan. Unsur teknis untuk keberlanjutan PLTM adalah ketersediaan air, peralatan dan teknisi serta perawatan peralatannya sedangkan unsur non teknis adalah pengelolaan dan pembiayaan.

Keberlanjutan infrastruktur seperti PLTMH dan PLTM ditentukan dukungan potensi sumberdaya alam yang ada, terutama ketersediaan air sungai sebagai sumber energi primer bagi PLTM. Ketersediaan air sungai sangat tergantung pada konservasi *catchment area* (wilayah tangkapan air) dari hulu sungai tersebut. Lingkungan hidup yang terjaga dan terpelihara akan menjamin kelestarian sumberdaya air dan menjamin pasokan energi primer bagi PLTM. Selain itu, curah hujan juga mempengaruhi terhadap ketersediaan air. Intensitas curah hujan sangat dipengaruhi oleh iklim yang terjadi. Dalam satu tahunan dapat terjadi bulan basah dan bulan kering menurut pengelompokan iklim Oldeman.

Akibat adanya fenomena perubahan iklim (*climate change*) yang menyebabkan terjadinya *global warming*, sehingga perubahan iklim dan musim yang dinamis terkadang sangat sulit untuk diprediksi dan akhirnya terjadi pergeseran posisi bulan basah dan bulan kering dalam kalender tahunan. Pelacakan iklim dapat dilakukan dalam jangka waktu dua puluh tahunan karena perubahan iklim berubah dengan cepat seiring dengan berkurangnya lapisan ozon (www.metoffice.gov.uk).

Batang Lumbo termasuk dalam salah satu sungai besar yang berada di Kabupaten Pesisir Selatan dengan debit sesaat sebesar 5,3 m³/detik (ESDM Pesisir Selatan, 2016) sehingga memiliki potensi pengembangan pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM). Keberlanjutan PLTM Lumbo dapat terwujud dengan adanya studi pelacakan iklim.

Letak wilayah Batang Lumbo berjarak 35 km dari bibir pantai sehingga masih dipengaruhi oleh iklim pesisir. Menurut Subair (2015), wilayah pesisir pantai merupakan salah satu sendi kehidupan vital dan terancam oleh adanya perubahan iklim. Dengan demikian, perlu dilakukan kajian terhadap perubahan iklim yang mempengaruhi ketersediaan air untuk PLTM Batang Lumbo.

Dari uraian di atas, maka masalah utama yang menjadi kajian dalam penelitian ini adalah berapa tinggi curah hujan, intensitas dan debit air yang terjadi pada Batang Lumbo yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Dengan demikian, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui besar curah hujan rencana, intensitas curah hujan dan debit tersedia pada Batang Lumbo.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah aliran sungai Batang Lumbo Kecamatan IV Jurai, Kabupaten Pesisir Selatan. Lokasi penelitian berjarak 50 km dari Kota Painan dan berjarak 120 km dari Kota Padang. Lokasi titik perhitungan debit berjarak 5 km dari kantor wali nagari.

Jenis dan Sumber Data

Sebelum menentukan jenis data yang dibutuhkan diperlukan persiapan sebagai berikut:

1. Studi pustaka tentang materi penelitian yaitu studi pelacakan iklim untuk menentukan garis besar proses perencanaan.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Mendata instansi yang dapat dijadikan nara sumber.
4. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pencarian data.
5. Survei lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan, serta data-data yang diperlukan

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data curah hujan dan klimatologi harian maksimum rata-rata selama 15 tahun yang diperoleh dari Balai Sungai Sumatera Wilayah V. Data profil Nagari Lumbo serta data topografi daerah aliran sungai dari Pemerintah Nagari Lumbo IV Jurai.

Instrument Pengumpulan Data

Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, serta teori konsep dasar, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Adapun metode pengumpulan data dilakukan dengan cara: 1) Metode literatur, yaitu suatu metode

yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan. 2) Metode observasi, yaitu metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan cara melakukan survei langsung ke lokasi. Hal ini sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi lokasi yang sebenarnya, beserta lingkungan sekitarnya serta untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan

Instrumen pengumpulan data yang dilakukan adalah studi dokumentasi di mana akan dilakukan pada Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Pesisir Selatan dan Balai Sungai Sumatera Wilayah V di Padang. Dokumen yang diambil berupa data sekunder diantaranya:

1. Luas *catchman area* DAS Batang Lumpo
2. Stasiun-stasiun yang mempengaruhi DAS Batang Lumpo
3. Curah hujan pada stasiun selama 15 tahun

Instrument Pengolahan Data

Pengolahan Data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan data curah hujan 20 tahun terakhir dari stasiun curah hujan Tarusan dan Sta. Surantih
2. Menghitung *Catchman Area* dengan melakukan *Ploting Poligon* pada Peta *Google Earth*
3. Menghitung Curah hujan rata-rata dengan metode Aljabar
4. Menghitung Curah Hujan Rencana dengan Metode *Log Pearson Type III Y*
 $(X_T) = Y + K. S$
5. Menghitung Intensitas Curah Hujan dengan Metode *Mononobe*
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$
6. Menghitung debit dengan metoda rasional
 $(Q = 0,278 .c. I.A)$
7. Menentukan jumlah curah hujan dan rata-ratanya yang terjadi dalam kurun waktu
8. Data dibahas secara deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Rencana Pembangunan PLTM Lumpo

Kabupaten Pesisir Selatan memiliki topografi wilayah berbukit-bukit dengan ketinggian berkisar 0-1000 m dari permukaan laut, memiliki 57 buah pulau serta dialiri sebanyak 18 sungai dengan 11 sungai besar dan 7 sungai kecil. Secara umum Kabupaten Pesisir Selatan beriklim tropis dengan temperatur bervariasi antara 230 C hingga 320 C di siang hari dan 200 C hingga 280 C di malam hari dengan curah hujan rata-rata 224.63 mm per bulan. Kondisi permukaan lahan Kabupaten Pesisir Selatan dewasa ini adalah sebagian besar lahan hutan yaitu 70,54%, hutan lebat dan 13,37% hutan belukar, lahan sawah 6,07%, perkebunan 2,30% dan sisanya adalah perkampungan, kebun campuran dan kebun rakyat lainnya.

Identifikasi data diperoleh luas *Catchment Area* sebesar 5,8 km² dengan panjang sungai sebesar 9 km, kemiringan sungai (I) sebesar 0.005 dan elevasi dasar sungai sebesar +50.00. Posisi astronomis rencana sumber air untuk pembangkit berada pada koordinat 1015"37,8" 10036"36,41". Stasiun curah hujan yang dekat dengan lokasi kajian adalah Sta. Tarusan pada sebelah barat laut dan Sta. Surantih yang berada pada sebelah selatan barat daya dengan posisi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Letak Stasiun terdekat pada Daerah Studi

Analisis Curah Hujan

Dalam menganalisis data curah hujan, distribusi curah hujan yang dipergunakan adalah distribusi rata-rata aljabar dengan mempertimbangkan jumlah stasiun hujan yang mewakili hanya dua buah stasiun. Curah hujan rencana maksimum dengan periode ulang tertentu dapat ditentukan dengan cara menganalisis data curah hujan harian maksimum. Curah hujan rencana tersebut dipergunakan untuk menentukan debit rencana dengan periode ulang tertentu yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Rata-rata dengan Metode Rata-rata Aljabar Sta. Tarusan dan Sta. Surantih

Tahun	Tarusan	Surantih	Rata-rata
1997	121.3	92.6	107.0
1998	300.1	314.5	307.3
1999	280.7	293.4	287.0
2000	166.3	271.3	218.8
2001	159.3	123.6	141.5
2002	256.8	319.9	288.4
2003	108.0	297.3	202.7
2004	114.3	326.1	220.2
2005	256.1	282.5	269.3
2006	249.0	189.6	219.3
2007	354.8	43.8	199.3
2008	314.2	356.3	335.3
2009	264.3	243.1	253.7
2010	141.4	257.0	199.2
2011	301.4	288.0	294.7
2012	250.9	217.2	234.0
2013	299.6	250.0	274.8
2014	284.3	205.3	244.8
2015	290.6	253.3	272.0
2016	340.3	220.0	280.2

Sumber: hasil pengolahan data, 2018

Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Rata-Rata

Analisis frekuensi curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (distribusi). Perhitungan analisis frekuensi curah hujan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Dengan Parameter Logaritma Statistik

No	Tahun	CH	Log Xi	Xr	(Log Xi-Xr)	(Log Xi-Xr) ²	(Log Xi-Xr) ³	(Log Xi-Xr) ⁴
1	1997	107.0	2.0292	2.3346	-0.3054	0.0933	-0.0285	0.0087
2	1998	307.3	2.4876	2.3346	0.1529	0.0234	0.0036	0.0005
3	1999	287.0	2.4579	2.3346	0.1233	0.0152	0.0019	0.0002
4	2000	218.8	2.3401	2.3346	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000
5	2001	141.5	2.1507	2.3346	-0.1840	0.0338	-0.0062	0.0011
6	2002	288.4	2.4600	2.3346	0.1253	0.0157	0.0020	0.0002
7	2003	202.7	2.3067	2.3346	-0.0279	0.0008	0.0000	0.0000
8	2004	220.2	2.3429	2.3346	0.0083	0.0001	0.0000	0.0000
9	2005	269.3	2.4302	2.3346	0.0956	0.0091	0.0009	0.0001
10	2006	219.3	2.3410	2.3346	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000
11	2007	199.3	2.2994	2.3346	-0.0352	0.0012	0.0000	0.0000
12	2008	335.3	2.5254	2.3346	0.1907	0.0364	0.0069	0.0013
13	2009	253.7	2.4043	2.3346	0.0697	0.0049	0.0003	0.0000
14	2010	199.2	2.2993	2.3346	-0.0353	0.0012	0.0000	0.0000
15	2011	294.7	2.4694	2.3346	0.1348	0.0182	0.0024	0.0003
16	2012	234.0	2.3693	2.3346	0.0347	0.0012	0.0000	0.0000
17	2013	274.8	2.4390	2.3346	0.1044	0.0109	0.0011	0.0001
18	2014	244.8	2.3888	2.3346	0.0542	0.0029	0.0002	0.0000
19	2015	272.0	2.4345	2.3346	0.0999	0.0100	0.0010	0.0001
20	2016	280.2	2.4474	2.3346	0.1128	0.0127	0.0014	0.0002
ΣX		2261.4417	23.3463	23.3463	0.0000	0.1915	-0.0264	0.0110
Xrt		226.14	2.33					

Sumber: hasil pengolahan data, 2018

Dari hasil perhitungan di atas selanjutnya ditentukan jenis sebaran yang sesuai, dalam penentuan jenis sebaran diperlukan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Standar Deviasi (S) $S = 0,11$
2. Koefisien Kemencengan (Cs) = 0,00
3. Koefisien Kurtosis (Ck) = 0,00
4. Koefisien Variasi (Cv) $Cv = 0.006$

Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan rumus:

$$Y = \bar{Y} + k.S$$

Langkah-langkah perhitungan kurva distribusi *Log Pearson III* adalah:

1. Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
2. Hitung nilai rata-ratanya:

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\text{Log } X}{n}$$

3. Hitung nilai deviasi standarnya dari log X:

$$S \overline{\text{Log } X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{log } x - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{log } x - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \overline{\text{Log } X})^3}$$

5. Menentukan anti log dari log Rt, untuk mendapat nilai Rt yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs-nya. (Cs = G)

Dari perhitungan tersebut diperoleh data curah hujan rencana seperti ditampilkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 diketahui bahwa curah hujan sangat tinggi > 200 mm.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Person Type III

No	Periode Ulang (tahun)	Xrt (mm)	Sx	k	LogXt	Xt (mm)
1	2	2.318	0.1217	0	2.3180	207.9806
2	5	2.318	0.1217	0.842	2.4205	263.3214
3	10	2.318	0.1217	1.282	2.4740	297.8722
4	25	2.318	0.1217	1.751	2.5311	339.7056
5	50	2.318	0.1217	2.051	2.5676	369.4960
6	100	2.318	0.1217	2.326	2.6011	399.0935

Sumber: hasil pengolahan data, 2018

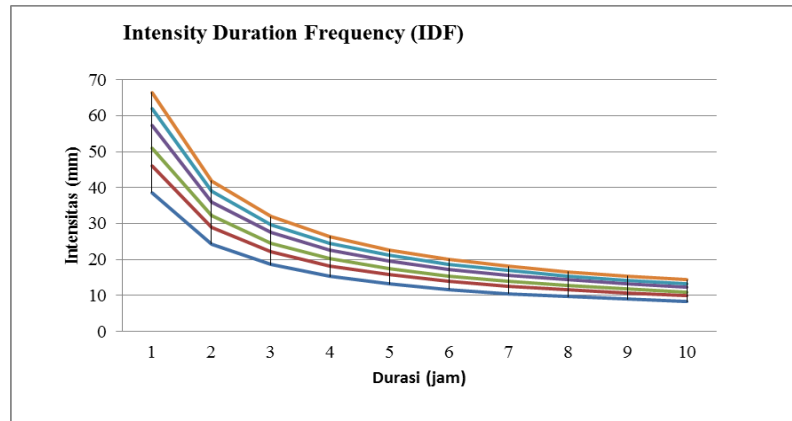
Analisis Intensitas Curah Hujan dan Debit Aliran

Hasil perhitungan curah hujan harian rata-rata yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan dalam identifikasi potensi awal adalah periode ulang 2 tahun dan periode ulang 10 tahun dengan asumsi bahwa untuk ketersediaan air untuk pembangkit PLTMH dapat bertahan hingga 10 tahun kemudian memperbaharui data selanjtnya dapat digunakan untuk analisis perbaikan bangunan struktur dan mekanikal PLTMH. Hasil perhitungan untensitas curah hujan dibagi dalam intensitas curah hujan durasi jam-jaman untuk mengetahui ketersediaan perjamnya. Hasil tersebut ditampilkan dalam Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Intensitas Curah Hujan Perjam untuk Berbagai Periode Ulang

Durasi Hujan (jam)	Intensitas Hujan Tiap Kala Ulang (mm/jam)					
	2	5	10	25	50	100
	Curah Hujan rencana per periode ulang (Xtr)					
	205.53	271.39	312.80	352.52	403.93	442.46
1	71.25	94.08	108.44	122.21	140.04	153.39
2	44.89	59.27	68.31	76.99	88.22	96.63
3	34.26	45.23	52.13	58.75	67.32	73.74
4	28.28	37.34	43.04	48.50	55.57	60.87
5	24.37	32.18	37.09	41.80	47.89	52.46
6	21.58	28.49	32.84	37.01	42.41	46.46
7	19.47	25.71	29.63	33.40	38.27	41.92
8	17.81	23.52	27.11	30.55	35.01	38.35
9	16.47	21.74	25.06	28.25	32.37	35.45
10	15.35	20.27	23.36	26.33	30.17	33.05
Hujan Rancangan (mm)	293.73	387.84	447.02	503.79	577.26	632.32
Koefisien Pengaliran (C)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Hujan Efektif (mm)	205.61	271.49	312.92	352.65	404.08	442.63

Sumber: hasil pengolahan data, 2018



Sumber : hasil pengolahan data, 2018

Gambar 2. Grafik Frekuensi Intensitas Curah Hujan Perjam pada Berbagai Periode Ulang

Dari hasil perhitungan intensitas curah hujan pada periode ulang 2 tahun sebesar 71,25 mm/jam dan periode ulang 10 tahun sebesar 108,40 mm/jam, maka dilakukan perhitungan debit aliran sebagai berikut:

- Periode 2 tahun = $0,278 \times 0,7 \times 71,25 \times 5,8.10^6 = 0,8 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Periode 10 tahun = $0,278 \times 0,7 \times 108,40 \times 5,8.10^6 = 1,2 \text{ m}^3/\text{detik}$

Debit aliran merupakan debit yang ada pada aliran Sungai Batang Lumpo. Debit sebesar $0,8 \text{ m}^3/\text{detik}$ merupakan debit yang cukup untuk membangkitkan energy listrik. Namun yang menjadi penentu dalam membangun PLTMH adalah tinggi jatuh air mulai dari intake menuju ke *power house*. Jika ditinjau dari lokasi kajian potensi *head* yang dapat diterapkan sebesar 60 meter sehingga mampu menghasilkan daya turbin sebesar 301 kW.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian ini diperoleh hasil curah hujan rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 207,9806 mm dan periode ulang 10 tahun sebesar 297,872 mm yang mampu menghasilkan ontensitas curah hujan sebesar 205,61 mm/jam dan 312,92 mm/jam serta debit aliran sebesar $0,8 \text{ m}^3/\text{detik}$ hingga $1,2 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan mampu menghasilkan daya turbin sebesar 301 kW.

Saran

Data analisis yang diperoleh adalah data berupa debit aliran untuk PLTMH, maka untuk mengetahui potensi dan pengaruh mendasar dari perubahan iklim tahunan diharapkan kajian diperdalam mengenai kajian perubahan iklim yang diperoleh dari perubahan siklus curah hujan yang terjadi selama 20 tahun sehingga dapat diprediksi potensi suplai air untuk menunjang suplai tenaga listrik jika PLTMH dibangun di Sungai Batang Lumpo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dinas PU-PSDA Kabupaten Pesisir Selatan, Pemerintah Nagari Lumpo dan BWS V Sumatera Barat yang telah membantu dalam penyediaan data, teman-teman sejawat dan keluarga yang membantu dalam penelitian ini dan DRPM Ristekdikti RI yang telah memberikan dana penelitian dalam skema Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. *Java Irrigation Improvement and Water Resources Management Project Irrigation Development and Turnover Component*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Hirijanto 1, Subandiyah Azis, Edi Hargono DP., Ibnu Hidayat PJ. <http://sipil.ft.uns.ac.id/konteks7/prosiding/220A.pdf>. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7)A - 156 Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013
- IPCC. 2001.a. *Climate Change 2000: Special Report on Methodological and Technological Issues in Technology Transfer*. Metz B, Davidson OR, Martens JM, van Rooijen S and Wie McGrovy (Eds). New York : Cambridge University Press.
- IPCC. 2001.b. *Climate Change 2001: Impact, Adaptation and Vulnerability. Report of Working Group II to the Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment Report*. McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokkren DJ and White KS (eds). New York: Cambridge University Press.
- Irsyad, Fadli, Satyanto Krido Saptomo, dan Budi Indra Setiawan. 2011. *Analisis Perubahan Iklim Lokal dan Debit Sungai di Das Cidanau (Analysis Of Local Climate Change And Discharge In Cidanau Watershed)*. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/agromet> J.Agromet 25 (1): 17-23, 2011 ISSN: 0126-3633 [accessed Okt 23 2018].
- Kartasapoetra, Anne Ganarsih. 2004. *Klimatologi. Pengaruh Iklim terhadap Tanah dan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Lakitan, Benyamin. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Cetakan Ke-dua. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Mulyati, Rohima 12 Nov 2011. *Pengaruh Iklim Terhadap Pembangunan Bendungan dan Irigasi*. <http://rohimamulyati.blogspot.co.id/2011/11/pengaruh-iklim-terhadap-pembangunan.html>. Diakses tanggal 30 Mei 2016 pukul 15:04.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset: Yogyakarta.

=====